

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

#4616
10/725.860 ✓

(11)Publication number : *AO* 2001-284048

(43)Date of publication of application : 12.10.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/10
C23C 14/04
C23C 14/06
H05B 33/12
H05B 33/14

(21)Application number : 2000-102423

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 04.04.2000

(72)Inventor : AKAI TOMONORI

(54) ORGANIC EL ELEMENT FULL COLOR DISPLAY PANEL AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL element full color display panel and its manufacturing method in which a stable luminescence property is realized by preventing a generation of leaked electric current in the vicinity of the edge of an electrode.

SOLUTION: This is a manufacturing method of the organic EL element full color display panel wherein a plurality of luminous layers, organic layers which is formed out of not less than one other layer in combination with the organic layer, and the organic EL elements composed of anode and cathode by which this organic layer is sandwiched in between are arranged. The assignment is solved by a method characterized that at respective luminous layers of R, G and B in the panel, a process in which respective luminous layers are formed by a vacuum vapor deposition method using a shadow mask having an opening only in a region of respective luminous layers, and a process in which at least one layer of the organic layers which consist of at least one layer are formed by a vacuum vapor deposition method using a shadow mask having openings in the whole region where the organic EL elements in the panel are formed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-284048
(P2001-284048A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード* (参考) |
|-------------------------------|-------|---------------|-------------|
| H 0 5 B 33/10 | | H 0 5 B 33/10 | 3 K 0 0 7 |
| C 2 3 C 14/04 | | C 2 3 C 14/04 | A 4 K 0 2 9 |
| | 14/06 | 14/06 | Q |
| H 0 5 B 33/12 | | H 0 5 B 33/12 | B |
| 33/14 | | 33/14 | A |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2000-102423(P2000-102423)

(22) 出願日 平成12年4月4日 (2000. 4. 4)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 赤井 伴教

大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ
株式会社内

(74) 代理人 100065248

弁理士 野河 信太郎

Fターム(参考) 3K007 AB05 AB18 CA01 CA02 CA05

CB01 CB03 DA00 DB03 EB00

FA00 FA01 FA02

4K029 AA08 AA09 AA11 BA50 BA62

BB02 BB03 BC07 BC09 BD00

CA01 HA03

(54) 【発明の名称】 有機EL素子フルカラーディスプレイパネルおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電極のエッジ近傍におけるリーク電流の発生を防止して、安定した発光特性を実現した有機EL素子フルカラーディスプレイパネルおよびその製造方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 発光層とこれに組合わせて形成される他の1以上の層からなる有機層と、この有機層を挟む陽極と陰極からなる有機EL素子が複数配置された有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法であって、前記パネル内のR、GおよびBの発光層毎に、それぞれの発光層の形成領域のみに開口部を有するシャドウマスクを用いてそれぞれの発光層を真空蒸着法で形成する工程と、他の1以上の層からなる有機層の少なくとも1層を前記パネル内の有機EL素子を形成する全領域に開口部を有するシャドウマスクを用いて真空蒸着法で形成する工程とを含むことを特徴とする方法により、上記の課題を解決する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光層とこれに組合わせて形成される他の1以上の層からなる有機層と、この有機層を挟む陽極と陰極からなる有機EL素子が複数配置された有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法であって、前記パネル内の赤(R)、緑(G)および青(B)の発光層毎に、それぞれの発光層の形成領域のみに開口部を有するシャドウマスクを用いてそれぞれの発光層を真空蒸着法で形成する工程と、他の1以上の層からなる有機層の少なくとも1層を前記パネル内の有機EL素子を形成する全領域に開口部を有するシャドウマスクを用いて真空蒸着法で形成する工程とを含むことを特徴とする有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法。

【請求項2】 有機EL素子が、陽極/ホール輸送層/発光層/陰極、陽極/ホール注入層/ホール輸送層/発光層/陰極、陽極/ホール輸送層/発光層/電子輸送層/陰極、陽極/ホール注入層/ホール輸送層/発光層/電子輸送層/陰極または陽極/ホール注入層/ホール輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極の組合せからなる請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】 他の1以上の層からなる有機層のすべての層を、パネル内の有機EL素子を形成する全領域に開口部を有するシャドウマスクを用いて真空蒸着法で形成する請求項1または2に記載の製造方法。

【請求項4】 シャドウマスクを交換する工程および有機層を形成する工程を、真空を維持した装置内で連続して行うことを特徴とする請求項1~3のいずれか1つに記載の製造方法。

【請求項5】 請求項1~4のいずれか1つに記載の製造方法により得られた有機EL素子フルカラーディスプレイパネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は有機EL素子フルカラーディスプレイパネルおよびその製造方法に関する。さらに詳しくは、本発明は、電極のエッジ近傍におけるリーク電流の発生を防止して、安定した発光特性を実現した有機EL素子ディスプレイパネルおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 有機EL (エレクトロルミネッセンス) 素子は、薄型、全固体型、面状自発光、高速応答といった長を有する発光素子であり、これからのマルチメディア時代に向けて、マン・マシン・インターフェイスとしてのフラットディスプレイパネルやバックライトへの応用が期待されることから、近年、各分野で盛んに研究が行われている。

【0003】 一般に有機EL素子は、発光層とそれを挟む一対の対向電極から構成され、発光層は発光効率とそ

の安定性の重要な部分を担う。従来、有機化合物を発光材料とする有機EL素子は、無機化合物を発光材料とする無機EL素子に比べて素子特性が著しく劣るものであった。しかし、1987年にTangらが発表した有機化合物を発光材料とする有機層を積層構造にする手法は、有機EL素子の特性を飛躍的に進歩させた[C. W. Tang, S. A. Vanslyke: Appl. Phys. Lett. 51 (1987) 913頁参照]。

【0004】 有機EL素子の優れた特長の一つとして、他の表示素子に比べて薄型であることが挙げられる。有機EL素子を構成する各層は薄膜であり、基板を除いた素子の厚さは μm オーダーで、基板に用いるガラスや封止処理に用いる樹脂などの厚さを含めても全体として mm オーダーであり、有機EL素子は極めて薄い発光素子である。

【0005】 また、全固体型であることも有機EL素子の優れた特長の一つである。すなわち、有機EL素子は、現在、薄型ディスプレイパネルとして広く用いられている液晶ディスプレイと比較して衝撃に強く、自動車や鉄道などの振動が多い環境においても表示装置として用いることができる。

【0006】 さらに、高速応答であることも有機EL素子の優れた特長の一つである。すなわち、有機EL素子は、液晶のような駆動中の分子の移動がなく、発光ダイオード(LED)のように電子とホールの作用だけで発光するので、その応答速度は数十ナノ秒オーダーと非常に速く、パルス電圧の印加でも十分な駆動が可能である。印加電圧としては、直流電圧、交流電圧のいずれであってもよいが、有機EL素子は優れた整流性を有するので、交流電圧を印加した場合には、陽極に正の電圧が印加されたときのみ発光が得られる。

【0007】 このような優れた長を有する有機EL素子を実際に生産する場合には、素子の信頼性確保が重要な課題となる。この信頼性を確保するためには、特にリーク電流の防止が不可欠の課題となる。

【0008】 一般に、良好な状態の有機EL素子の整流比は 10^5 程度の特性を示すが、リーク電流が発生した有機EL素子においては、整流比が大幅に低下する。さらに、リーク電流は発熱を引き起こし、耐熱性に劣る素子材料の有機化合物を容易に破壊する。また、リーク電流はクロストークの原因になり、ディスプレイパネルとして致命的な欠陥となる表示品位の低下を引き起こす。

【0009】 リーク電流の発生原因としては、第1に有機EL素子の有機層の蒸着工程において生じる膜欠陥(ピンホール)が挙げられる。しかし、この原因によるリーク電流の発生は、成膜性を向上させて薄膜状態で有機化合物が結晶化しにくくするようにしたこと、有機化合物のガラス転移温度を高くして耐熱性を向上させたこと、陽極と有機層との密着性を向上させたことにより、

有機EL素子の開発当初に比べて大幅に改善されてきた。

【0010】第2の原因として、素子作製工程におけるゴミの付着が挙げられる。有機EL素子は1 μ m以下の薄膜が積層された構造であり、ごく微小なゴミが素子に付着（または混入）すると、均一な薄膜が形成されず、これがリーク電流の発生原因になる。ゴミの付着は、有機EL素子のあらゆる部分、例えば、陽極／有機層界面、有機層／有機層界面、有機層／陰極界面、有機層のバルク内などで起こり、各工程において解決しなければならない。具体的には、素子の作製環境の改善、基板洗浄などが挙げられ、様々な角度から取り組まれている。

【0011】第3の原因として、電極のエッジ近傍、特に陽極のエッジ近傍における有機層の膜厚が所定の膜厚よりも薄くなることが挙げられる。有機層の膜厚が均一でないと、薄い有機層の部分に電流が集中し、その部分が発熱してピンホールが生じ、これがリーク電流の発生原因になる。

【0012】図8は、最も一般的な構成の有機EL素子の概略断面図である。この有機EL素子は、基板1、陽極2、有機層（発光層を含む）3、陰極4および封止ガラス5からなり、矢印6の方向に発光する。このようなドットタイプの有機EL素子においても、有機層の膜厚が均一でない場合には、本来の素子発光開始電圧よりも低い電圧から素子に多量の（通常よりも1桁以上多い）電流が流れ込む現象が起こる。ドットタイプの有機EL素子であれば、細心の注意を払いつつ有機層を形成（成膜）することにより、均一な膜厚のものが得られ、前記の過電流（リーク電流）を防止できる。

【0013】しかしながら、有機EL素子を発光素子（画素）とするフルカラーディスプレイパネルを作製する場合には、1つの画素の大きさが100 μ m角程度になり、電極のエッジ近傍においても均一な膜厚を有する有機層の形成が困難になるので、リーク電流の防止がますます困難になる。

【0014】フルカラーディスプレイパネルを作製する場合には、R、G、Bの各発光層を精確に区分する加工技術、いわゆるファインパターン加工技術が必要になる。従来の発光素子を用いたパネルにおいては、フォトリソグラフィ法によりファインパターン加工が達成できた。しかしながら、有機EL素子を用いたパネルにおいては、素子材料である有機化合物が水や有機溶剤に対して極めて弱い耐久性しか有していないために、従来のウェットプロセスを用いることができない。

【0015】したがって、R、G、Bの各発光層の形成には、シャドウマスクを用いた真空蒸着などのドライプロセスが採用される。すなわち、真空蒸着装置内に基板と蒸着源を設置し、これらの間に所定の形状にパターンニングされたシャドウマスクを設置して、マスク開口部にのみ有機層を形成する方法が採られる。

【0016】しかしながら、本発明者は、シャドウマスクを用いた真空蒸着により有機層を形成するときに、基板と蒸着源との位置関係によってシャドウマスクの影が有機層の成膜状態に影響を与えることを見出した。

【0017】すなわち、有機EL素子の有機層には、素子の特性向上のために発光層以外に、電荷輸送層（ホール輸送層、電子輸送層）や電荷注入層（ホール注入層、電子注入層）の有機層が積層構成で設けられるが、これらの有機層は、真空蒸着装置の一つのチャンパー内で真空一貫でまとめて形成されることが多い。したがって、複数の有機層を一つのチャンパー内で連続して形成する場合には、複数の蒸着源を設置しなければならない。例えば、基板上に陽極／ホール注入層／ホール輸送層／発光層／電子輸送層／陰極が積層された一般的な有機EL素子で、R、G、Bを有するフルカラーディスプレイパネルを作製する場合には、有機層はホール注入層、ホール輸送層、R発光層、G発光層、B発光層および電子輸送層の6層となり、それぞれに対応して6種類の蒸着源が必要になる。

【0018】また、素子の特性向上や色純度向上のために任意の有機層にドーピングを行う場合、発光層毎に異なる電荷注入層か電子輸送層の材料を用いる場合には、それらに対応した数の蒸着源がさらに必要になる。場合によっては、一つの有機層成膜用チャンパー内に10個以上の蒸着源が必要になることもある。

【0019】このように真空蒸着装置の一つのチャンパー内に複数の蒸着源を設置すると、蒸着源や加熱ヒーターの大きさを考慮すれば、蒸着源の設置に少なくとも ϕ 30cm程度のスペースが必要になり、蒸着源からの蒸着物は基板に対してある角度をもって蒸着されることになる。

【0020】図9は、従来の有機層の真空蒸着におけるシャドウマスクと蒸着源からの蒸発物との関係を示す概略断面図であり、基板1と陽極2の上にシャドウマスク50が完全に密着した状態で設置され、蒸着源からの蒸発物（蒸着しようとする材料）51が斜めから蒸着される現象が模式的に表されている。

【0021】一般的な真空蒸着装置のチャンパー内における基板と蒸着源との間の距離は、100cm程度までである。また、シャドウマスクはそれ自体の撓みを防止するためにある程度の厚さ（例えば、0.1mm）が必要である。

【0022】したがって、以上のようなチャンパー内の配置構成で、真空蒸着により有機層を形成すると、シャドウマスクの影になる部分ができ、その部分には有機層がほとんど形成されないこととなる。本発明者はこのような現象を実験により確認した。

【0023】すなわち、基板と蒸着源との垂直距離35cm程度、複数の蒸着源の設置スペース ϕ 20cm程度で基板と蒸着源を配置し、開口部200 μ m \times 200 μ

m、厚さ0.1mmのテスト用シャドウマスクを基板に密着させて、トリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq3）を斜め方向から膜厚が1000Åになるように蒸着した。その結果、基板上の185μm×200μmの領域しかAlq3が蒸着されなかった。つまり、シャドウマスクの影になる方向では15μm×200μmの領域にAlq3が蒸着されなかった。

【0024】上記のような割合で生ずる影は、画素の大きさが数mmから数cmオーダーの有機EL素子であれば、ほとんど影響がない。しかし、画素の大きさが100μm角程度のフルカラーディスプレイパネルの場合には、大きな問題になる。また、開口部が100μm角程度のシャドウマスクの加工精度誤差は10μm程度あり、さらに位置合わせマークを用いて基板とシャドウマスクを合わせる際に合わせズレが生じ易いので、有機層はこれらの誤差やズレの影響も受ける。

【0025】図10は、従来の有機層の真空蒸着における問題点を示す概略断面図である。すなわち、(a)～(d)はそれぞれ基板1上に陽極2と、ホール輸送層、発光層および電子輸送層からなる有機層3とが積層されている。(a)は有機層3が陽極2上に均一の膜厚で形成された理想型であるが、実際にはこのように形成されることはない。(b)はある特定方向のみシャドウマスクの影が生じた場合の例であり、(c)は任意方向にシャドウマスクの影が生じた場合の例である。(d)はシャドウマスクの影だけでなく、シャドウマスクの加工精度誤差や位置合わせのズレの影響を受けた場合の例である。

【0026】また、陽極2のパターンをエッチングによって形成する場合には、その条件によっては陽極の厚さ方向にテーパーが形成されることがあり、有機層の形成はこのような陽極の形状の影響も受ける。これまでに例示したような、有機層の厚さが部分的に異なる有機EL素子を駆動すると、電流が有機層中を均一に流れず、有機層の薄い部分に集中して、リーク電流が発生する。ディスプレイパネルの場合にはリーク電流の発生によりクロストークが発生する。

【0027】そこで、シャドウマスクの影が現れないようにするために、あるいは影が現れにくくするために、各有機層をそれぞれ別々の専用チャンバーで形成する方法、蒸着源を回転などによってチャンバー内で移動できるようにし、蒸着源の設置スペースを小さくして各有機層を形成する方法、基板と蒸着源との距離を長くして各有機層を形成する方法などが提案されている。

【0028】しかしながら、上記のような方法では、真空蒸着装置のチャンバーの数を増やす、チャンバーの容量を大きくする、あるいは蒸着源に回転機構などの特殊加工を施すといった新たな設備投資が必要になるので、生産コストの上昇を招く。

【0029】他方、真空蒸着におけるシャドウマスクの

影の出現や、基板とシャドウマスクの位置合わせにおけるズレを考慮して、シャドウマスクの開口部を設計よりも大きくすることが考えられる。しかしながら、フルカラーディスプレイパネルのファインパターン化（画素の微細化）が進み、画素サイズが数十μmオーダーになると、シャドウマスクの開口部における遊び設定の余裕がなくなるので、前記のような方法では対応できない。

【0030】特開平10-50478号公報には、所定の膜厚部分と相対的に薄い膜厚部分とによって連続的につながった、パターン加工された島領域の薄膜層を有する有機電界発光素子およびその製造方法が開示されている。この方法は、マスク開口部の形状変形を防止するための補強線を設けたマスクを用いて、真空蒸着により電極または発光層を形成することにより、良好なパターン加工精度を有する有機電界発光素子を得るものである。しかしながら、この従来技術には、フルカラーディスプレイにおけるR、GおよびBの発光領域毎に発光層を形成し、発光層以外の有機層の少なくとも1層をディスプレイの全領域に形成するという技術思想はない。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、電極のエッジ近傍におけるリーク電流の発生を防止して、安定した発光特性を実現した有機EL素子フルカラーディスプレイパネルおよびその製造方法を提供することを課題とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】本発明者らは有機EL素子を発光素子に用いたフルカラーディスプレイパネルが今後大きく発展するものと予測し、その中でR、GおよびBの発光領域毎に有機層を形成する（塗り分ける）技術の確立が重要であるととらえ、鋭意研究を行った。その結果、パネル内の赤（R）、緑（G）および青（B）の発光層を、その発光領域毎に形成し、発光層以外の有機層の少なくとも1層を、パネルの全領域に一括して形成することにより、電極のエッジ近傍におけるリーク電流の発生を防止でき、安定した発光特性を有する有機EL素子フルカラーディスプレイパネルを効率的に製造できることを見出し、本発明に到った。

【0033】かくして本発明によれば、発光層とこれに組合わせて形成される他の1以上の層からなる有機層と、この有機層を挟む陽極と陰極からなる有機EL素子が複数配置された有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法であって、前記パネル内の赤（R）、緑（G）および青（B）の発光層毎に、それぞれの発光層の形成領域のみに開口部を有するシャドウマスクを用いてそれぞれの発光層を真空蒸着法で形成する工程と、他の1以上の層からなる有機層の少なくとも1層を前記パネル内の有機EL素子を形成する全領域に開口部を有するシャドウマスクを用いて真空蒸着法で形成する工程とを含むことを特徴とする有機EL素子フルカラーディ

スプレイパネルの製造方法が提供される。

【0034】さらに本発明によれば、上記の製造方法により得られた有機EL素子フルカラーディスプレイパネルが提供される。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明の有機EL素子フルカラーディスプレイパネルは、基板、シャドウマスクを用いて真空蒸着法により形成された、発光層とこれに組合せて形成される他の1以上の層からなる有機層と、この有機層を挟む一对の対向電極（陽極と陰極）有機EL素子がマトリクス状に複数配置されてなる。

【0036】基板の材質としては、石英、ガラス、ポリカーボネートやポリイミドなどのプラスチックなどいずれも用いることができ、特にこれらに限定されない。基板上に透明電極を形成して、基板側から発光を取り出す場合には、基板は透明であることが望ましい。

【0037】対向電極の材質は、有機EL素子の構成により選定される。すなわち、有機EL素子において、基板が透明基板で、かつ基板上の電極（「第1電極」と称す）が透明電極である場合には、有機層からの発光が基板側から放出されるので、発光効率を高めるために、もう一方の電極（「第2電極」と称す）を反射電極とするか、もしくは第2電極の有機層と隣接しない面に反射膜を設けるのが好ましい。逆に、第2電極が透明電極である場合には、有機層からの発光が第2電極側から放出されるので、第1電極を反射電極とするか、もしくは第1電極と基板との間に反射膜を設けるのが好ましい。この場合、基板は透明に限定されない。

【0038】有機EL素子においては、一般に基板側か*

陽極／ホール輸送層／発光層／陰極

陽極／ホール注入層／ホール輸送層／発光層／陰極

陽極／ホール輸送層／発光層／電子輸送層／陰極

陽極／ホール注入層／ホール輸送層／発光層／電子輸送層／陰極

陽極／ホール注入層／ホール輸送層／発光層／電子輸送層／*

*電子注入層／陰極

【0042】発光層の材質は、有機EL素子に電圧が印加され、電子とホールが注入されたときに、それらの再結合によってエレクトロルミネッセンスの発光を生じるものであればよい。具体的には、ベンゾチアゾール系化合物、ベンゾオキサゾール系化合物、金属キレート化オキシノイド化合物、スチリルベンゼン系化合物、オキサジアゾール誘導体、金属錯体などが挙げられる。

【0043】有機EL素子の発光色は、発光層に用いる有機化合物により決まる。また、蛍光性色素を微量添加すること（ドーピング）により、素子特性をより向上させたり、発光色を変化させることができる。

【0044】ホール注入層およびホール輸送層の材質は、ホール輸送能（またはホール注入能）に優れたものであれば、特に限定されないが、さらに電子注入をブロックし得る機能を有するものが好ましい。そのような材

*ら発光を取り出すことが多く、透明基板上に陽極として透明電極が形成されることが多い。その材質としては、ホール注入に有効な仕事関数の大きい（4 eV以上）ものが好ましく、例えば、酸化インジウム錫（ITO）、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウムなどが挙げられる。中でもパターン加工に優れている点でITOが特に好ましい。

【0039】一方、有機層上には、陰極が形成される。その材質としては、電子注入に有効な仕事関数の小さい（4 eV以下）ものが好ましく、例えば、アルミニウム、インジウム、マグネシウム、銀などの金属、マグネシウム-銀、アルミニウム-リチウムなどの合金が挙げられる。仕事関数の小さな金属単体は大気中で容易に酸化されて、その電子注入機能が低下するので、電極としては合金のものが好ましい。合金の比率は、蒸着源の温度、雰囲気、真空度など、陰極の形成条件により選定される。また、仕事関数の小さい金属の外側に、酸化され難い仕事関数の大きい金属を積層し、前者を外界から遮断して酸化を防止してもよい。

【0040】有機層は、発光層と電荷輸送層（電子輸送層およびホール輸送層）および／または電荷注入層（電子注入層およびホール注入層）とからなり、各々の層は単層構造および多層構造のいずれであってもよい。有機層は発光層のみでもよいが、電荷輸送層や電荷注入層を加えることにより、有機EL素子の特性向上や低電圧駆動が達成できる。

【0041】例えば、次のような有機EL素子の組み合わせ（積層順）が挙げられる。

質としては、例えば、トリフェニルアミン系化合物、イミダゾール誘導体、ピラリゾン誘導体、オキサジアゾール誘導体、フタロシアニン誘導体などの複素環化合物が挙げられる。

【0045】電子輸送層および電子注入層の材質は、電子輸送能（または電子注入能）に優れたものであれば、特に限定されず、例えば、Alq3、ジフェニルキノリン誘導体などが挙げられる。

【0046】本発明の有機EL素子フルカラーディスプレイパネルは、ディスプレイの表示品位、例えば、コントラストの観点からは、基板側から発光が放出される場合、基板の外側（有機層の反対側）に偏向板6が設けられているのが好ましく、さらにディスプレイの信頼性の観点からは、第2電極上の素子の全面には、封止膜または封止基板が設けられているのが好ましい。封止方法と

しては、ガラスや金属蓋を用いた中空封止や素子上部に樹脂でシールする方法が挙げられる。

【0047】本発明の有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法は、パネル内の赤（R）、緑

（G）および青（B）の発光層毎に、それぞれの発光層の形成領域のみに開口部を有するシャドウマスクを用いてそれぞれの発光層を真空蒸着法で形成する工程と、他の1以上の層からなる有機層の少なくとも1層をパネル内の有機EL素子を形成する全領域に開口部を有するシャドウマスクを用いて真空蒸着法で形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0048】本発明の製造方法によれば、隣接する画素（有機EL素子）どうしは、発光層以外の有機層を介して接続された状態で形成される。しかしながら、有機EL素子を構成する有機材料は、100nm程度の膜厚では電荷輸送特性を示すものの、10μm程度の膜厚では完全に絶縁体としての性質を示すので、隣接する画素同士の電気的な接続はない。

【0049】したがって、電極のエッジ近傍におけるリーク電流の発生を防止するためには、発光層以外の少なくとも1種の有機層をパネル全面に一括して形成すれば十分である。この有機層の膜厚は、20nm程度以上であることが好ましいが、成膜性やアモルファス性の高い有機層であれば、さらに膜厚を薄くすることができる。

【0050】本発明の有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法を、図1～6を用いて説明するが、この説明により本発明が限定されるものではない。なお、各工程において、超音波洗浄、蒸気洗浄、UV照射などの公知の方法により基板の洗浄処理を適宜行ってもよい。

【0051】（1）陽極の形成

電子ビーム法、化学反応法、スパッタリング法などにより、基板1（例えば、ガラス基板）上に透明電極材料（例えば、ITO）で所定の膜厚の層を形成し、フォトリソグラフィ法などによりパターンニングして、陽極画素部21と陽極配線部22からなる陽極2を得る（図1参照）。また、陽極材料で層を形成する代わりに、市販の導電膜付き基板を用いてもよい。

【0052】陽極の膜厚は、通常10nm～1μm程度である。有機EL素子の駆動の点から、シート抵抗が100Ω/□以下（例えば、10Ω/□）である低抵抗のものが好ましい。

【0053】陽極（例えば、ITO）は陰極材料の金属に比べて一般に高抵抗であるので、有機ELパネル素子でフルカラーディスプレイパネルを作製するときのように100μm以下のファインパターンが要求される場合には、陽極だけでは配線抵抗による電圧降下の問題が発生する。したがって、陽極配線部22の一部にニッケルなどの金属で補助電極23を形成し、さらに補助電極上に絶縁膜（図示しない）として高分子樹脂（例えば、ア

クリル系）からなる層を膜厚が100nm～10μm程度になるように設けるのが好ましい。具体的には、公知のフォトリソグラフィ法、エッチング法などにより、陽極配線部22の一部に、補助電極23となる材料を膜厚が10nm～1μmになるように形成し、さらに補助電極上に絶縁膜（図示しない）を形成する（図2参照）。

【0054】（2）有機層の形成

有機層の形成には、一般に真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などが用いられるが、本発明においてはシャドウマスクを用いた真空蒸着法を用いる。本発明においては、発光層を赤（R）、緑（G）および青（B）の発光色に分けて形成し、発光層以外の有機層の少なくとも1層をパネル全面に一括して形成する。したがって、シャドウマスクは、発光層用の3種と発光層以外の有機層用1種を用いる。有機層の膜厚は、通常5nm～5μmの範囲である。

【0055】まず、陽極と発光層との間のホール注入層、ホール輸送層を形成する。陽極2を形成した基板1に、パネル内の有機EL素子を形成する全領域、すなわち発光部全体に蒸着できるようなシャドウマスクを設置し、高真空状態（例えば、 1×10^{-6} torr以下）で真空蒸着法により、銅フタロシアニン（CuPc）などのホール注入層材料を膜厚が5nm～500nmになるように蒸着し、ホール注入層31を得る。次いで、N、N'-ジフェニル-N，N'-（3-メチルフェニル）-1，1'-ジフェニル-4，4'-ジアミン（TPD）などのホール輸送層材料を膜厚が5nm～500nmになるように蒸着し、ホール輸送層32を得る（図3参照）。

【0056】次に、発光層（R発光層、G発光層およびB発光層）を形成する。ホール注入層31およびホール輸送層32を形成した基板1を真空を維持した状態で、既設のシャドウマスクをR発光層蒸着用シャドウマスクに交換する。高真空状態（例えば、 1×10^{-6} torr以下）で真空蒸着法により、ホストとしてのAlq3とドープアントとしてのDCMなどのR発光層材料を膜厚が5nm～500nmになるように蒸着し、R発光層33を得る（図4参照）。

【0057】R発光層蒸着用シャドウマスクをG発光層蒸着用、次いでB発光層蒸着用に交換し、ホストとしてのAlq3とドープアントとしてのキナクリドンなどのG発光層材料およびBA1qなどのB発光層材料を用いる以外はR発光層の形成と同様にして、G発光層34、次いでB発光層35を得る（図5参照）。なお、R発光層33、G発光層34、B発光層35の形成順序は変更してもよい。

【0058】次に、発光層と陰極との間の電子輸送層を形成する。各発光層を形成した基板1を真空を維持した状態で、既設のシャドウマスクを、ホール注入層31およびホール輸送層32の形成に用いたシャドウマスクに

11.

交換する。高真空状態（例えば、 1×10^{-6} torr 以下）で真空蒸着法により、Alq3 を膜厚が 5 nm ～ 500 nm になるように蒸着し、電子輸送層 36 を得る（図 6 参照）。

【0059】図 7 は、これまでの工程で得られた作製中の有機 EL 素子の概略断面図である。この作製途中の素子は、基板 1、陽極 2 ならびに有機層 3（ホール注入層 31、ホール輸送層 32、R 発光層 33、G 発光層 34、B 発光層 35 および電子輸送層 36）からなる。

【0060】(3) 陰極の形成

抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法などにより、電子輸送層 36 を形成した基板 1 上に所定の膜厚の陰極を形成する。このときシャドウマスクを用いることにより、所定のパターン形状の陰極を形成することができる。陰極の膜厚は、通常 5 nm ～ 5 μ m 程度である。有機 EL 素子の特性を高めるためには可能な限り低抵抗であるのが好ましい。

【0061】具体的には、電子輸送層 36 を形成した基板 1 を真空を維持した状態で、電極形成用のシャドウマスク（例えば、幅 150 μ m、送りピッチ 150 μ m）を陽極と直交するように設置する。次いで、高真空状態（ 1×10^{-6} torr 以下）で真空蒸着法により陰極としてのアルミニウム-リチウム合金を膜厚が 100 ～ 500 nm になるように蒸着し、陰極を得る（図示しない）。

【0062】(4) 封止膜の形成

大気中の水分や酸素による有機 EL 素子の劣化を防止するために素子を封止する。陰極を形成した基板を、真空を維持した状態で紫外線硬化タイプの高分子樹脂などの封止材料を用いて封止し、封止膜を形成する（図示しない）。

【0063】本発明によれば、リーク電流の発生を防止して、安定した発光特性を有する有機 EL 素子の製造方法を提供することができ、有機 EL 素子の生産工程における歩留まりを向上させることができる。また、シャドウマスクを交換する工程および発光層および有機層を形成する工程を、真空を維持した装置内で連続して行うことにより、工程時間を短縮でき、有機層の使用材料を節約することができる。

【0064】本発明の有機 EL 素子フルカラーディスプレイパネルは、陽極と陰極に挟まれた有機層中の発光層全体が面状発光し、発光面積に制限がないので、フラットディスプレイパネルのみならず、液晶ディスプレイなどのバックライトとしても用いることができる。

【0065】

【実施例】本発明を実施例および比較例によりさらに具体的に説明するが、この実施例により本発明が限定されるものではない。

【0066】実施例 1

ITO（酸化インジウム錫）導電膜付きの厚さ 1.1 μ m

12

m のホウケイ酸ガラス製の基板 1（三容真空株式会社製）をイソプロピルアルコールで 3 分間、超音波洗浄し、さらにイソプロピルアルコールで 5 分間、蒸気洗浄した。触針式膜厚計で測定した ITO の膜厚は 160 nm で、その表面は凹凸が少ない平坦な状態であった。また、ITO のシート抵抗値は 20 Ω /□であった。

【0067】公知のフォトリソグラフィ法により、ITO をエッチング処理して ITO の陽極パターンを形成した（図 1 参照）。この陽極 2 は、画素となる陽極画素部 21（100 μ m × 100 μ m）および画素間をつなぐ陽極配線部 22（幅 30 μ m）からなる。得られた基板を 30 mm × 30 mm の大きさに切断して、有機 EL 素子の陽極付き基板とした。

【0068】次いで、公知のフォトリソグラフィ法およびエッチング法により、陽極配線部 22 の一部（画素間をつなぐ配線部分）に、補助電極 23 としてニッケルを膜厚が 150 nm になるように形成し、さらにニッケル膜上に絶縁膜として高分子樹脂（アクリル系）の層を膜厚 1 μ m になるように形成した（図 2 参照）。このとき、陽極画素部 21 上にはニッケル膜がなく、ITO が表面に露出した状態であった。補助電極 23 の形成前後における陽極 2 の抵抗値が 1 k Ω から 200 Ω に低下したことから、ニッケルが補助電極として機能していることが確認された。

【0069】次いで、基板 1 および陽極 2 の表面を純水およびイソプロピルアルコールで 3 分間、超音波洗浄し、さらにイソプロピルアルコールで 5 分間、蒸気洗浄した。洗浄後、直ちに陽極付き基板を UV オゾン照射装置（ウシオ電機株式会社製）に装着して、5 分間、UV オゾン照射処理を行い、陽極表面の残留有機成分を除去した。

【0070】処理後、直ちに陽極付き基板を基板ホルダーに載置して、この基板ホルダーを真空加熱式蒸着装置（日本真空技術株式会社製）に装着し、有機層成膜用チャンバーに移した。チャンバー内を 1×10^{-6} torr 以下の高真空状態にして、真空蒸着法により各有機層を蒸着した。

【0071】まず、パネル内の有機 EL 素子を形成する全領域、すなわち発光部全体に蒸着できるようなシャドウマスクを陽極付き基板にセットし、公知の真空蒸着法により銅フタロシアニン（CuPc）を膜厚が 15 nm になるように蒸着し、ホール注入層 31 を得た。次いで、公知の真空蒸着法により N, N'-ジフェニル-N, N'-(3-メチルフエニル)-1, 1'-ジフェニル-4, 4'-ジアミン（TPD）を膜厚が 400 Å になるように蒸着し、ホール輸送層 32 を得た（図 3 参照）。

【0072】次に、以下の手順で R 発光層、G 発光層および B 発光層を形成した。ホール注入層 31 およびホール輸送層 32 を形成した基板を、真空を維持した状態で

シャドウマスク合わせ用チャンバーに移し、既設のシャドウマスクをR発光層蒸着用シャドウマスクに交換した。基板とシャドウマスクとの位置合わせ（アライメント）は、基板とシャドウマスクに設けた合わせマークを用いて行った。R発光層蒸着用シャドウマスクは、R発光層33になる部分にのみ $110\mu\text{m} \times 110\mu\text{m}$ の開口部を有し、G発光層34およびB発光層35になる部分は未開口のマスクパターンである。

【0073】次いで、真空を維持した状態で基板を有機層成膜用チャンバーに移し、公知の真空蒸着法によりホストとしてのA1q3をドーパントのDCMと共に膜厚が40nmになるように蒸着し、R発光層33を得た（図4参照）。

【0074】R発光層33を形成した基板を、真空を維持した状態で再びシャドウマスク合わせ用チャンバーに移し、R発光層の形成と同様の手順で、既設のシャドウマスクをG発光層蒸着用シャドウマスクに交換した。G発光層蒸着用シャドウマスクは、G発光層34になる部分にのみ $110\mu\text{m} \times 110\mu\text{m}$ の開口部を有し、R発光層33およびB発光層35になる部分は未開口のマスクパターンである。次いで、真空を維持した状態で基板を有機層成膜用チャンバーに移し、公知の真空蒸着法によりホストとしてのA1q3をドーパントのキナクリドンと共に膜厚が40nmになるように蒸着し、G発光層34を得た（図5参照）。

【0075】R発光層33およびG発光層34を形成した基板を、真空を維持した状態で再びシャドウマスク合わせ用チャンバーに移し、R発光層の形成と同様の手順で、既設のシャドウマスクをB発光層蒸着用シャドウマスクに交換した。B発光層蒸着用シャドウマスクは、B発光層35になる部分にのみ $110\mu\text{m} \times 110\mu\text{m}$ の開口部を有し、R発光層33およびG発光層34の部分は未開口のマスクパターンである。次いで、真空を維持した状態で基板を有機層成膜用チャンバーに移し、公知の真空蒸着法によりBA1qを膜厚が40nmになるように蒸着し、B発光層35を得た（図5参照）。

【0076】次に、以下の手順で電子輸送層36を形成した。各発光層を形成した基板を、真空を維持した状態でシャドウマスク合わせ用チャンバーに移し、既設のシャドウマスクを、ホール注入層31およびホール輸送層32の形成に用いたシャドウマスクに交換した。次いで、真空を維持した状態で基板を有機層成膜用チャンバーに移し、公知の真空蒸着法によりA1q3を膜厚が20nmになるように蒸着し、電子輸送層36を得た（図6参照）。

【0077】図7は、これまでの工程で得られた作製中の有機EL素子の概略断面図である。この素子は、基板1、陽極2ならびに有機層3（ホール注入層31、ホール輸送層32、R発光層33、G発光層34、B発光層35および電子輸送層36）からなる。

【0078】次に、電子輸送層36を形成した基板を、真空を維持した状態で電極形成用チャンバーに移し、基板と蒸着源との間にストライプ形状のシャドウマスク（幅 $150\mu\text{m}$ 、送りピッチ $150\mu\text{m}$ ）を陽極と直交するように設置した。前記チャンバー内を $1 \times 10^{-6} \text{ torr}$ 以下の高真空状態にして、真空蒸着法によりアルミニウム-リチウム合金を膜厚が 1500\AA になるように蒸着し、陰極を得た（図示しない）。

【0079】次いで、大気中の水分や酸素による有機EL素子の劣化を防止するために封止処理を行った。陰極を形成した基板を、真空を維持した状態で電極形成用チャンバーから封止用グローブボックスに移し、露点温度 -70°C 以下の十分に乾燥した窒素ガスで基板導入用チャンバーをリークした。リーク後、素子部が損傷しないように、紫外線硬化タイプの高分子樹脂（スリーボンド株式会社製）を用いて、素子と中空構造にしたガラスを貼り合わせ、紫外線照射で高分子樹脂を硬化させ、封止ガラスで素子を中空封止した（図示しない）。以上のようにして、 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ の発光画素がマトリクス状に配置された有機EL素子フルカラーディスプレイパネルを得た。

【0080】比較例1

ホール注入層、ホール輸送層および電子輸送層を蒸着するときに、実施例1においてR発光層、G発光層およびB発光層の各発光層を蒸着するときに用いたシャドウマスクを用いる以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を得た。

【0081】すなわち、実施例1と同様にして、ITO導電膜付きのホウケイ酸ガラス製の基板を洗浄後、陽極パターン、補助電極および絶縁膜を形成し、洗浄処理およびUVオゾン照射処理を行った。処理後、直ちに基板を基板ホルダーに載置して、この基板ホルダーを真空加熱式蒸着装置に装着し、シャドウマスク合わせ用チャンバーに移し、前記チャンバー内を $1 \times 10^{-6} \text{ torr}$ 以下の高真空状態にした。次いで、実施例1において用いたR発光層蒸着用シャドウマスクを設置し、真空を維持した状態で基板を有機層成膜用チャンバーに移し、実施例1と同様にして、真空一貫プロセスでホール注入層、ホール輸送層、R発光層および電子輸送層を蒸着した。

【0082】R発光層蒸着用シャドウマスクを、実施例1で用いたG発光層蒸着用シャドウマスクおよびB発光層蒸着用シャドウマスクに置き換えて、上記のR発光領域を形成したのと同様にして、真空一貫プロセスでホール注入層、ホール輸送層、G発光層（またはB発光層）および電子輸送層を蒸着した。さらに、実施例1と同様にして、陰極を蒸着し、封止処理して、 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ の発光画素がマトリクス状に配置された有機EL素子フルカラーディスプレイパネルを得た。

【0083】実施例1および比較例1において得られた有機EL素子フルカラーディスプレイパネルを、60Hz

2、1/100デューティで定電流駆動させて、それらの発光状態を観察した。実施例1のフルカラーディスプレイパネルでは、クロストークのない発光が観察された。一方、比較例1のフルカラーディスプレイパネルは、電圧の印加によりクロストークが発生し、ディスプレイパネルとしての表示品位に劣るものであった。さらに詳しい観察によれば、電極のエッジ近傍の有機層が熔融し、ショートしている画素が確認された。以上のことから、本発明の方法は、リーク電流の発生を防止して、安定した発光特性を有する有機EL素子を製造する方法として有用であることがわかる。

【0084】また、実施例1においては、発光層（R、GおよびB）以外の有機層（ホール注入層、ホール輸送層および電子輸送層）のそれぞれを、発光層の全領域に一度に蒸着したので、各発光層毎に各有機層を蒸着した比較例1に比べて、有機層の蒸着に要する時間を2時間ほど短縮でき、さらに有機層材料の使用量を節約することができた。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、リーク電流の発生を防止して、安定した発光特性を有する有機EL素子フルカラーディスプレイパネルの製造方法を提供することができる。本発明の製造方法は、有機EL素子の生産工程における歩留まりを向上させるだけでなく、工程時間の短縮と使用材料の節約にも寄与する有利な方法である。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1における有機EL素子ディスプレイパネルの製造工程（陽極パターンの形成）の概略平面図である。

【図2】実施例1における有機EL素子ディスプレイパネルの製造工程（補助電極の形成）の概略平面図である。

【図3】実施例1における有機EL素子ディスプレイパネルの製造工程（ホール注入層およびホール輸送層の形成）の概略平面図である。

【図4】実施例1における有機EL素子ディスプレイパ

ネルの製造工程（R発光層の形成）の概略平面図である。

【図5】実施例1における有機EL素子ディスプレイパネルの製造工程（G発光層およびB発光層の形成）の概略平面図である。

【図6】実施例1における有機EL素子ディスプレイパネルの製造工程（電子輸送層の形成）の概略平面図である。

【図7】実施例1における作製中（有機層形成後）の有機EL素子の概略断面図である。

【図8】一般的な構成の有機EL素子の概略断面図である。

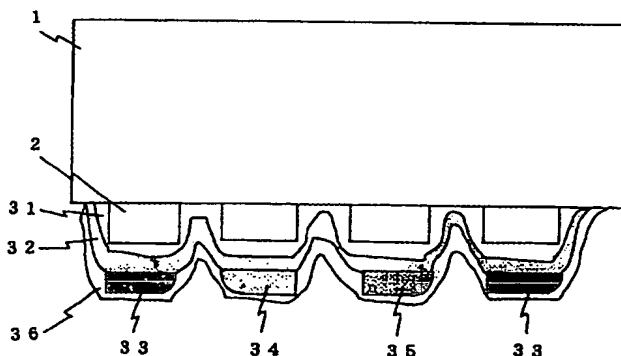
【図9】従来の有機層の真空蒸着におけるシャドウマスクと蒸着源からの蒸発物との関係を示す概略断面図である。

【図10】従来の有機層の真空蒸着における問題点を示す概略断面図である。

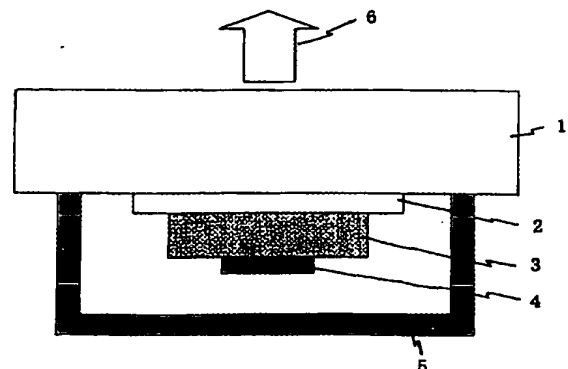
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 有機層（発光層を含む）
- 4 陰極
- 5 封止ガラス
- 6 発光
- 21 陽極画素部
- 22 陽極配線部
- 23 補助電極
- 31 ホール注入層
- 32 ホール輸送層
- 33 R発光層
- 34 G発光層
- 35 B発光層
- 36 電子輸送層
- 50 シャドウマスク
- 51 蒸着源からの蒸発物

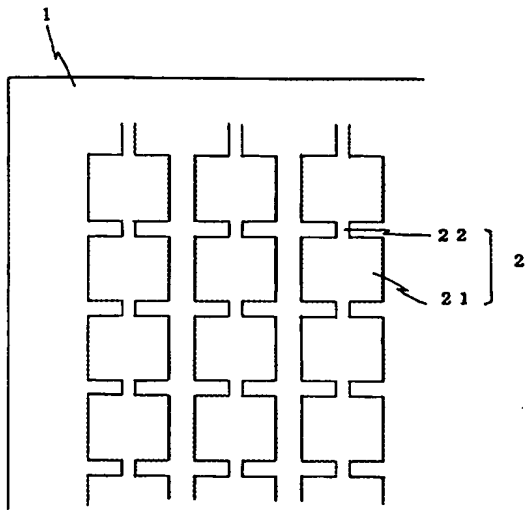
【図7】



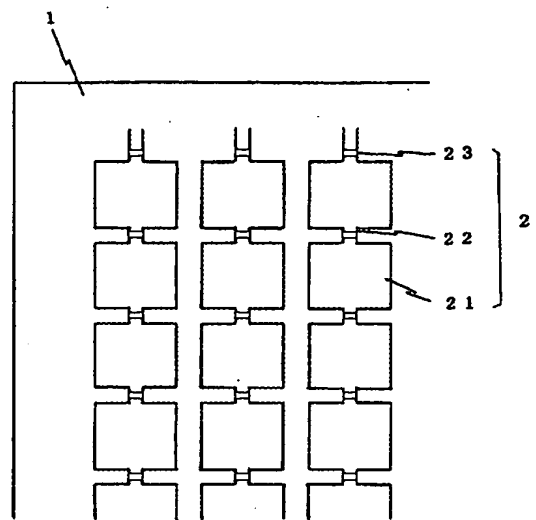
【図8】



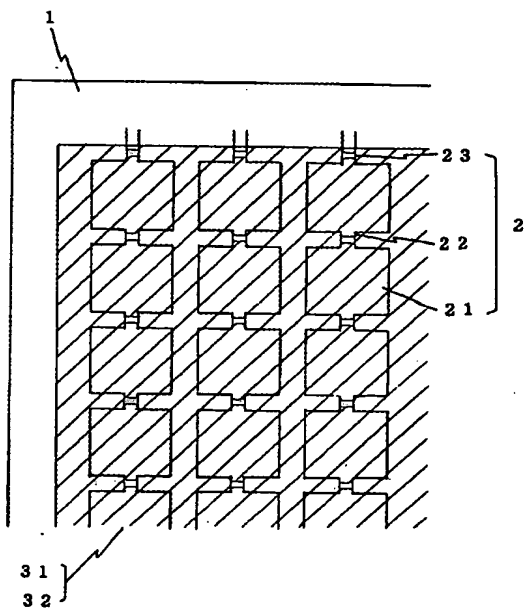
【図 1】



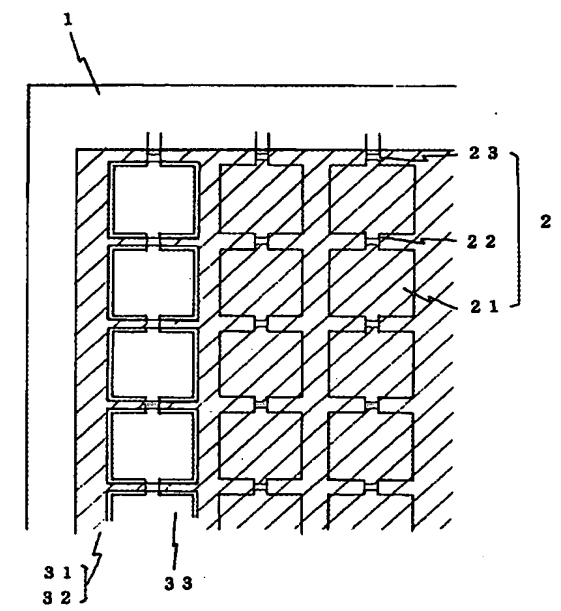
【図 2】



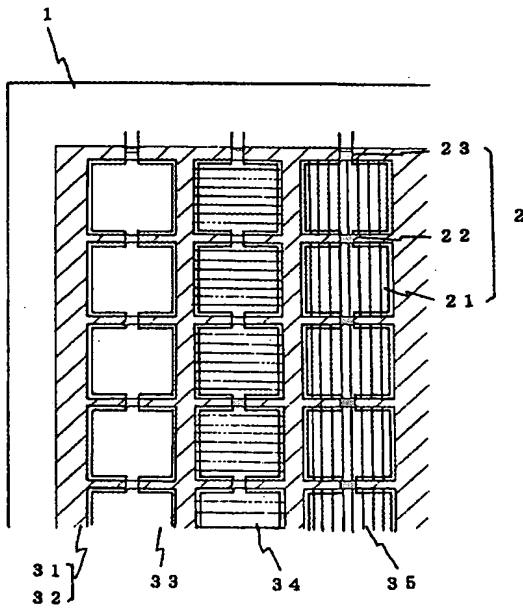
【図 3】



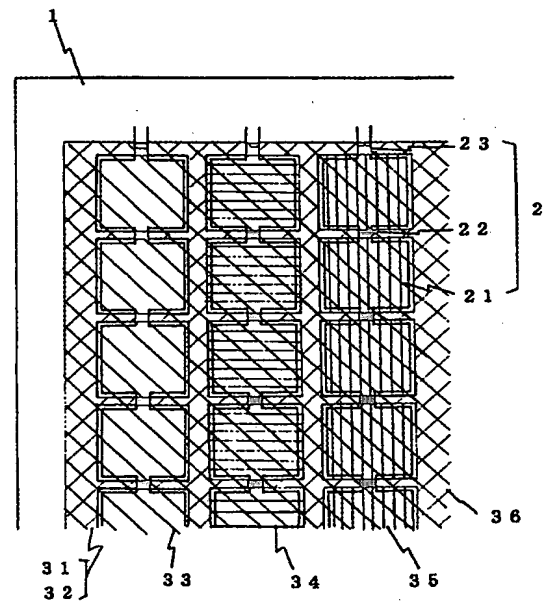
【図 4】



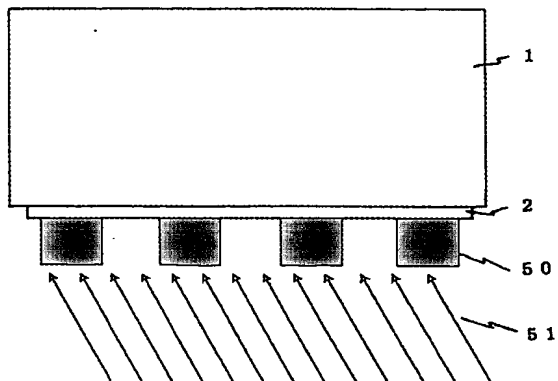
【図5】



【図6】



【図9】



【図10】

